

Отримані екстракти характеризуються високим вмістом фенольних речовин та L-аскорбінової кислоти, що підтверджує доцільність використання їх у харчовій промисловості як джерела речовин біологічно активного комплексу.

Водні екстракти використовували для виготовлення напоїв із моркви, гарбуза та як заміник кислоти при виготовленні буряка гарнірного, а водно-спиртові екстракти з вичавок рекомендується використовувати при виробництві безалкогольних напоїв, коктейлів в закладах ресторанного господарства.

Висновки. Таким чином, отримані результати свідчать, що хеномелес та продукти його переробки характеризуються високим вмістом БАР. Використання ферментативного каталізу дає можливість збільшити вихід соку та підвищити його біологічну цінність, а екстрагування вичавок сокового виробництва водними та водно-спиртовими розчинами дозволить запровадити безвідходну технологію переробки даної сировини.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У подальшому отримані результати будуть використані для розробки нових видів продуктів харчування і апробації їх у виробництві.

Література

1. Хомич Г.П. Фенольні сполуки дикорослих плодів та ягід: склад, властивості, зміни при переробці: монографія / Г.П. Хомич, Л.В. Капрельянц. – Полтава: ПУЕТ, 2013. – 217 с.
2. Мурадов, М.С. Экстракция красящих веществ из растительного сырья (обзор) [Текст] / М.С. Мурадов, Т.Н. Даудова, Л.А. Рамазанова // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 2000. – № 4. – С. 21–27.
3. Меженський В.М. Хеномелес / В.Н. Меженський. – Донецьк: Сталкер, 2004. – 62 с.
4. Рудковский В.А. Антиокислительные целебные свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В.А. Рудковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 24–27.
5. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т. II. Консервы фруктовые. Ч. 1. – М., 1992. – 290 с.

УДК 338.242

ВИЗНАЧЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Селютіна Г.А., канд. техн. наук, професор, Виронова О.В., аспірант,
Щербаківа Т.В., канд. техн. наук, доцент

Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Проведено визначення антиоксидантної активності редьки. Результати досліджень антиоксидантної активності водно-спиртових екстрактів різних сортів редьки, поширених в Україні, представлено у статті. Встановлено, що два сорти редьки Серце дракона і Марушка володіють антиоксидантною активністю. Це пояснюється високим вмістом у їхньому складі речовин із високими антиоксидантними властивостями.

Determination of the antioxidant activity (AOA) of radish. The results of research and comparative characteristic of the antioxidant activity of alcoholic extracts of different varieties of radish, are grown in Ukraine, are presented in the research paper. Studies indicate that two varieties of radish have antioxidant activity, they are "Heart of the Dragon" and "Maruska". It is explained by the high content in their structure of large amount of compounds with high antioxidant properties.

Ключові слова: антиоксидантна активність, коренеплоди редьки, екстракт.

Постановка проблеми. В останні роки в усьому світі підвищився інтерес до природних антиоксидантів, поліфункціональних сполук різної природи, здатних усувати або гальмувати вільнорадикальне окиснення органічних речовин мономолекулярним киснем. Антиоксиданти є необхідними компонентами усіх тканин та клітин живих організмів. Учені зазначають, що зменшення захисних сил організму людини та розвиток серцево-судинних, онкологічних та інших захворювань пов'язано зі зниженням активності антиоксидантної системи, яке відбувається за рахунок впливу забрудненого середовища, радіації, стресів, паління, неякісного харчування. Активізувати роботу захисних сил організму можна за допомогою антиоксидантної терапії, тобто регулярного вживання продуктів з антиоксидантними властивостями.

У рослинній сировині поряд із білками, вуглеводами, вітамінами і мінеральними елементами містяться різні речовини вторинного походження, які належать до антиоксидантів і відіграють надзвичайно важливу роль у формуванні їхніх лікувально-профілактичних властивостей. Відомі результати досліджень антиоксидантної активності свіжих соків фруктів і овочів, екстрактів листя зеленого чаю, розмарину, амаранту, кісточок плодів винограду та ін.

У зв'язку з цим варто вивчити і порівняти антиоксидантні властивості різних фруктів і овочів, які мають багатокomпонентний склад, що робить складним їхній аналіз за величиною антиоксидантної активності індивідуальних сполук [1-2].

Мета статті полягає у визначенні антиоксидантної активності різних сортів редьки, поширених в Україні. Як об'єкти досліджень були обрані такі сорти: Серце дракона (зразок № 1), Маргеланська (зразок № 2), дайкон Біле ікло (зразок № 3), Марушка (зразок № 4).

Виклад основного матеріалу. Редька відома як ботанічна культура з давніх часів, достатньо поширена в Україні. Відомі як традиційні сорти – Чорна зимова Сквирська, Біла зимова Сквирська, так і нові – редька дайкон японської географічної групи – Біле ікло, редька лобо китайської географічної групи – Маргеланська. Попередніми дослідженнями визначено хімічний склад дослідних зразків. Встановлено, що у коренеплодах редьки містяться вуглеводи, білки, жири, вітаміни С і В₁, мінеральні речовини, а також лізоцим, що має сильну бактерицидну дію. У коренеплодах редьки міститься велика кількість аскорбінової кислоти, яка регулює окисно-відновлювальні процеси, що відбуваються в організмі людини, позитивно впливає на центральну нервову систему, підвищує захисні функції організму до інфекційних захворювань. Найбільше вітаміну С міститься в сорті Маргеланська – 30,6 мг %, менше – у дайконі (24,2 мг %).

У редьці є також солі бром, заліза, натрію, фосфору, хлору, магнію, кальцію, особливо багато калію (до 1200 мг%). Вміст ефірної олії у різних сортах редьки коливається від 8,4 до 50 мг на 100 г сирової маси.

Таким чином, редька має досить складний хімічний комплекс біологічно активних речовин, що робить складним їхній аналіз за величиною антиоксидантної активності індивідуальних сполук, при цьому не враховується їхній взаємний вплив.

Для дослідження антиоксидантної активності були підготовлені спиртові екстракти (у співвідношенні вода:спирт = 1:2,5) коренеплодів редьки різних сортів. На першому етапі ці екстракти були досліджені на предмет вмісту в них інгібіторів ланцюгового вільнорадикального окиснення.

Широко відомо [3-5], що при ланцюговому вільнорадикальному окисненні органічних речовин за наявності інгібіторів третього роду (за класифікацією Денисова Е. Т.), які обривають ланцюги по реакції активних частинок (вільних радикалів) з молекулами інгібітору, вміст інгібіторів окиснення в досліджуваних продуктах пропорційно періоду індукції на кривій ініційованого окиснення зразка модельного вуглеводню в модельних умовах:

$$\tau = \frac{f[\text{InH}]}{V_i} \quad (1)$$

де τ – період індукції;

$[\text{InH}]$ – молярна концентрація інгібітору;

V_i – швидкість ініціювання вільних радикалів ініціатором.

Таким чином, визначивши період індукції всіх зразків, можна стверджувати, що концентрації антиоксидантів у зразках співвідносяться між собою як періоди їхньої індукції.

Періоди індукції визначали на волюметричній установці [4]. Як ініціатора окиснення використали азо-ізо-бутиронитрил (АІБН), як вуглеводня, що окиснюється, використано ізопропілбензол (кумол), температура реакції складала 70 °С, час експерименту 15 хв. За цих умов окиснення зразків протікало з невисокою, проте цілком визначуваною швидкістю. Втім, перелому на кривій, характерного і необхідного для визначення періоду індукції, за час проведення експерименту не спостерігалось. Теоретично це може означати, що або період індукції в дослідних зразках великий, або те, що період індукції в цих зразках відсутній і окиснення проходить при невисокій швидкості. Внаслідок цього було вирішено відмовитися від визначення періоду індукції і досліджувати такий параметр дослідних зразків, як «окиснюваність» модельного вуглеводню (кумолу) за наявності інгібіторів окиснення і без них.

Відомо [3-5], що у вказаних раніше умовах швидкість окиснення описується рівняннями:

$$V = \left(\frac{k_2}{\sqrt{k_3}} \right) \cdot [\text{RH}] \cdot \sqrt{V_i} \quad (2)$$

$$V = \left(\frac{k_2 \cdot [\text{RH}]}{k_3 \cdot f \cdot [\text{InH}]} \right) \cdot V_i \quad (3)$$

де V – швидкість окиснення (швидкість поглинання кисню кумолом);

k_2 – константа швидкості продовження ланцюгів;

k_6, k_7 – константи швидкості обриву ланцюгів;

$[InH], [RH]$ – концентрації інгібітору і речовини, що окислюється, відповідно;

V_i – швидкість ініціації реакції (швидкість радикалоутворення, яка визначається кількістю ініціатора АІБН).

Рівняння (2) характеризує систему, що не містить інгібіторів, а рівняння (3) характеризує систему, в якій усі вільні радикали «гинуть» на молекулах інгібітору.

Методика визначення величини, що називається «окиснюваністю», полягає в наступному: визначають швидкість окиснення (швидкість поглинання кисню) модельного вуглеводню за наявності певної кількості ініціатора і інгібітору окиснення. Кількість ініціатора задається довільно в межах від 0,1 до 0,6 мл 0,1 н розчину АІБН в ксилолі. Потім збільшують кількість ініціатора і знову визначають швидкість окиснення. Кількість інгібітору залишається тією самою. Таку операцію повторюють від 3 до 5 разів для кожної концентрації ініціатора.

Швидкість окиснення визначається графічно за тангенсом кута нахилу прямої залежності кількості поглинутого кисню від часу окиснення, що відповідає вибраній кількості ініціатора. Графіки швидкостей окиснення модельного вуглеводню (кумол) і графіки швидкостей окиснення зразків редьки надані на рис. 1-5.

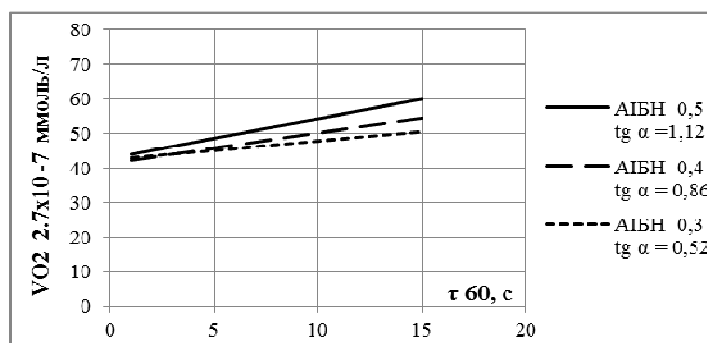


Рис. 1 – Швидкості окиснення модельного вуглеводню (кумолу) без інгібіторів окиснення

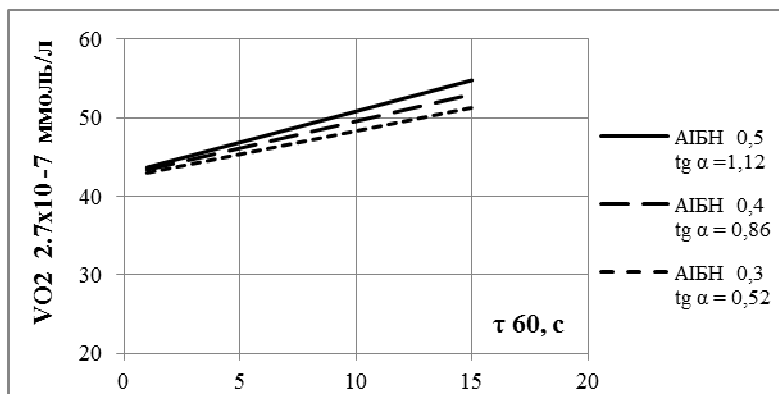


Рис. 2 – Швидкості окиснення кумолу з додаванням екстракту зразка № 1

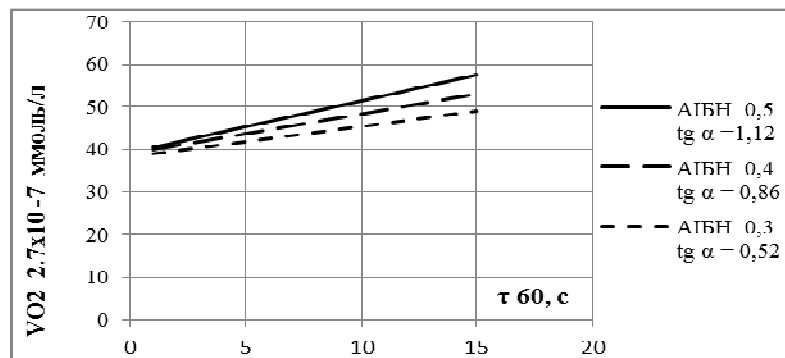


Рис. 3 – Швидкості окиснення кумолу з додаванням екстракту зразка № 2

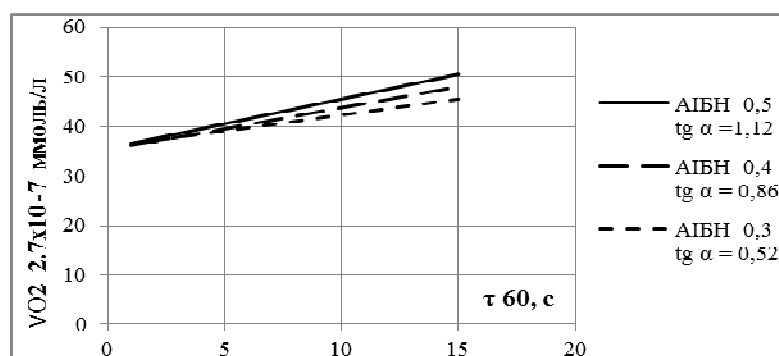


Рис. 4 – Швидкості окиснення кумолу з додаванням екстракту зразка № 3

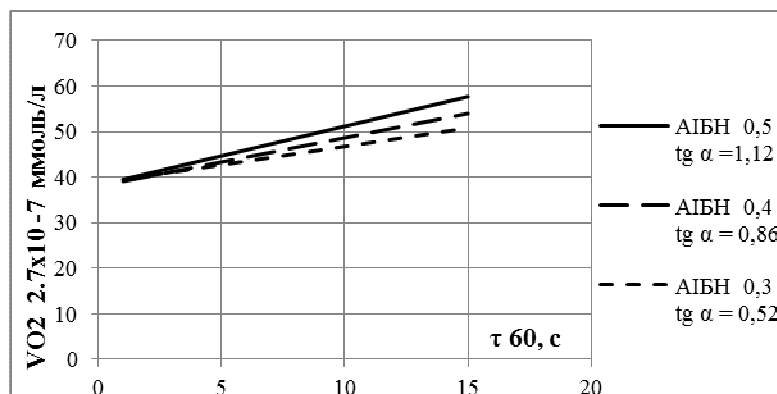


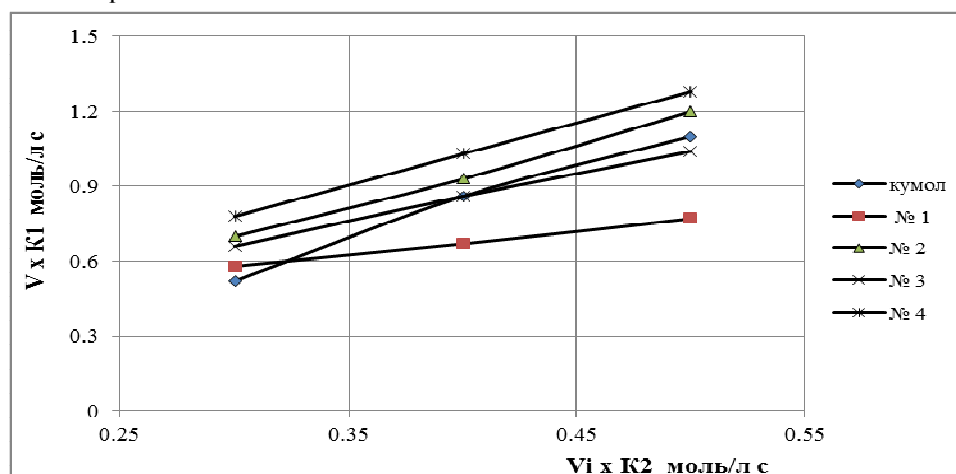
Рис. 5 – Швидкості окиснення кумолу з додаванням екстракту зразка № 4

Після цього, знаючи швидкості ініціації (кількість ініціатора АІБН) і швидкості окиснення, що відповідають їм, необхідно побудувати графіки залежності швидкості окиснення від швидкості ініціації (наприклад, у координатах $V - V_i$) і визначити характер реакції (інгібована або неінгібована) за залежністю швидкості окиснення від швидкості ініціації.

Так само по цих графіках можна визначити параметри «окиснюваності». Графічно ці параметри визначаються як тангенс кута нахилу відповідної прямої і позначаються як β . У цьому випадку можна зіставляти «окиснюваності» модельного вуглеводню за наявності екстрактів дослідних зразків між собою.

Аналогічно проводиться дослідження окиснюваності модельного вуглеводню. В цьому випадку інгібітор не додається.

Графіки залежності швидкості окиснення від швидкості ініціації для кумолу і зразків екстрактів рідко представлені на рис. 6-10.

Рис. 6 – Залежність швидкості окиснення ($K_1=7,667 \cdot 10^{-7}$) від швидкості ініціації ($K_2=6,461 \cdot 10^{-8}$) для модельного вуглеводню (кумолу) та екстрактів зразків 1-4

Для дослідного зразка № 3 залежність швидкості окиснення від швидкості ініціації в координатах $V - V_i$ є прямою, проте, швидкість окиснення зразка вища, ніж швидкість окиснення чистого кумолу, що означає відсутність інгібіторів 2 роду.

Для перевірки цієї гіпотези було вирішено перевірити цей зразок на наявність інгібіторів змішаного типу. Для цього був побудований графік залежності швидкості окиснення від швидкості ініціації в координатах $V - \sqrt{V_i}$ (рис. 7, 8).

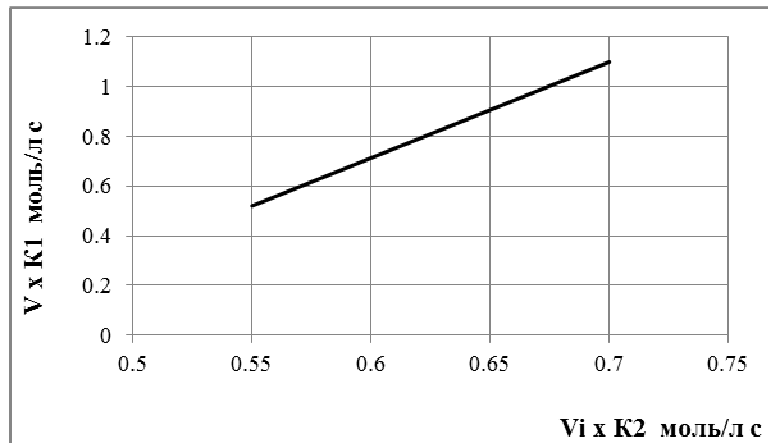


Рис. 7 – Залежність швидкості окиснення ($K1=7,667 \cdot 10^{-7}$) від швидкості ініціації ($K2=6,461 \cdot 10^{-8}$) для модельного вуглеводню (кумолу)

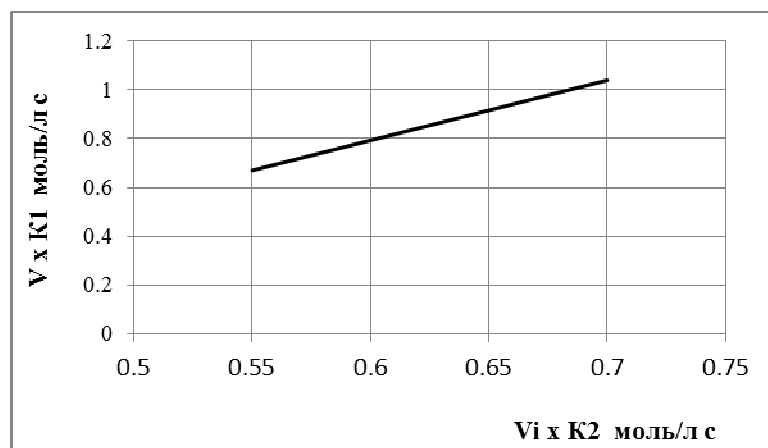


Рис. 8 – Залежність швидкості окиснення ($K1=7,667 \cdot 10^{-7}$) від швидкості ініціації ($K2=6,461 \cdot 10^{-8}$) для зразка № 3

На графіках видно, що залежність для вищезгаданого зразка виявилася прямолінійною, що дозволяє зробити висновок про відсутність інгібіторів у вказаному зразку.

Для зразка № 2 залежність $V - V_i$ не є прямою (рис. 6), однак в інших координатах графік виглядає як пряма (рис. 9), що дозволяє зробити висновок про відсутність АОА у вказаних зразках.

Таким чином, можна зробити висновок, що в представлених на дослідження зразках редьки тільки у зразках № 1 та № 8 наявні інгібітори ланцюгового вільнорадикального окиснення: окиснюваність для зразка № 1 складає $\beta=0,95$; для зразка № 8 – величина β дорівнює 2,45.

Для того, щоб наочно продемонструвати антиоксидантні властивості представлених зразків екстрактів редьки їх необхідно порівнювати із загальновідомими антиоксидантами (табл. 1). Для порівняння нами обрано токоферол, добова норма споживання якого складає 15 мг [3]. Найбільше антиоксидантів у перерахунку на чистий токоферол міститься в екстракті зразка № 1 – 0,344 мг в 1 мл екстракту, менше – в екстракті зразка № 8 – 0,133 мг в 1 мл екстракту.

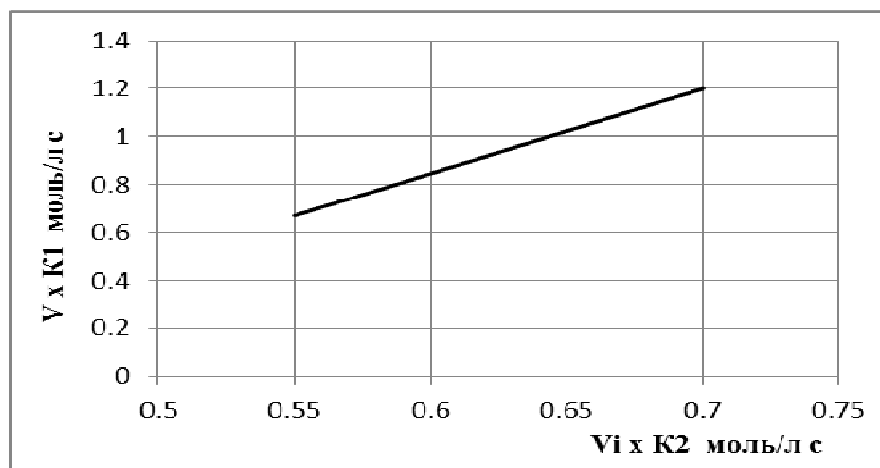


Рис. 9 – Залежність швидкості окиснення ($K_1=7,667 \cdot 10^{-7}$) від швидкості ініціації ($K_2=6,461 \cdot 10^{-8}$) для зразка № 2

Таблиця 1 – Характеристика антиоксидантної активності коренеплодів редьки різних сортів

Сорт редьки	Величина окиснюваності, (β)	Кількість антиоксидантів (у перерахунку на чистий токоферол), мг в 1 мл екстракту
Серце дракона	0,95	0,344
Марушка	2,45	0,133

Висновки

Результати досліджень показали, що антиоксидантними властивостями володіють 2 сорти редьки: Серце дракона (зразок № 1) і Марушка (зразок № 8), що можна пояснити вмістом у їхньому складі великої кількості сполук із високими антиоксидантними властивостями (феноли, флавоноїди, катехіни, антоціани, ефірні олії і леткі компоненти) в порівнянні з іншими дослідними зразками.

Результати досліджень свідчать про доцільність визначення антиоксидантної активності, оскільки важливим питанням для виробників є виробництво конкурентоспроможних продуктів з високою харчовою цінністю. Тому вказані сорти редьки доцільно рекомендувати споживачам для використання у свіжому вигляді і виробникам для виробництва функціональних овочевих консервів із антиоксидантними властивостями.

Література

1. Joshipura K. The effect of fruit and vegetable intake on risk of coronary heart disease // Ann. Intern. Med. – 2001. – Vol. 134. – P. 1106-1114.
2. Sun J. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits // J. Agric. Food Chem. – 2002. – Vol. 50. – P. 7449-7454.
3. Тютюнников Б. Н. Химия жиров. – М.: Колос, 1992. – 448 с.
4. Ушкалова В.Н. Стабильность липидов пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 152 с.
5. Могилевич М.М. Окисление и окислительная полимеризация непредельных соединений. – М.: Химия, 1990. – 239 с.
6. Денисов Е.Т. Кинетика гомогенных жидкофазных реакций. – М.: Химия, 1991. – 483 с.